

Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Potensi Panas Bumi Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah Menggunakan Data *Global Gravity Model Plus* (GGMPlus)

Elnanda R.J Taaluruga¹, Djayus^{2*}, Wahidah¹

¹Program Studi Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman, Indonesia

²Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman, Indonesia

*Corresponding: djayus.fmipa2@gmail.com

Manuscript received: May 6, 2025; Received in revised form: September 16, 2025;

Accepted: October 25, 2025

ABSTRACT

Geothermal manifestations are surface phenomena that characterize the presence of geothermal energy emerging to the surface due to geological structures. One such geothermal manifestation was discovered in Palolo District, Sigi Regency, Central Sulawesi Province. In this study, the gravity method was used with 2022 Global Gravity Model Plus (GGMPLUS) data from three traverses to determine the structure, lithology, and geothermal system. The results obtained indicate that there are indications of structures in the form of fractures and normal/downward faults running from northwest to southeast in the study area. The gravity anomaly values obtained varied from -10.7 mGal to 35.5 mGal. The types of lithology obtained included andesite with an average density value of 2.4 g/cm³ to 2.8 g/cm³, basalt with an average density value of 3.3 g/cm³, clay with an average density value of 1.63 g/cm³ to 2.6 g/cm³, and granite with an average density value of 2 g/cm³ to 2.81 g/cm³. The source of the geothermal system is classified as an inactive volcanic geothermal system, because it does not originate from Quaternary volcanic magma, but rather from Tertiary volcanic magma remnants located at a depth of ≥ 2500 m and controlled by the active Palu Koro fault. With this study, the development of geothermal energy utilization can continue to be sustainable in order to support efforts to utilize and manage geothermal energy in Indonesia.

Keywords: Gravity method, geothermal, subsurface structure.

ABSTRAK

Manifestasi panas bumi merupakan gejala di permukaan yang menjadi ciri adanya energi panas bumi yang muncul ke permukaan karena adanya struktur geologi. Salah satu manifestasi panas bumi ditemukan di Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah. Dalam penelitian ini, digunakan metode gravitasi dengan data *Global Gravity Model Plus* (GGMPLUS) tahun 2022 sebanyak 3 lintasan untuk mengetahui struktur, litologi dan sistem panas bumi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa di daerah penelitian terdapat indikasi adanya struktur berupa rekahan dan sesar normal/turun berarah barat laut ke tenggara. Nilai anomali gravitasi yang diperoleh bervariasi yaitu antara -10,7 mGal sampai 35,5 mGal. Jenis litologi yang diperoleh antara lain, andesit dengan rata-rata nilai densitas yaitu 2,4 gr/cm³ hingga 2,8 gr/cm³, basal dengan rata-rata nilai densitas yaitu 3,3 gr/cm³, lempung dengan rata-rata nilai densitas yaitu 1,63 gr/cm³ hingga 2,6 gr/cm³, serta granit dengan rata-rata nilai densitas yaitu 2 gr/cm³ hingga 2,81 gr/cm³. Sumber sistem panas buminya masuk ke dalam jenis sistem panas bumi vulkanik yang tidak aktif, karena bukan berasal dari magma cair gunung api Kuartar, melainkan sisa magma dari gunung api Tersier yang berada di kedalaman ≥ 2500 m

dan keberadaannya dikontrol oleh aktivitas sesar aktif Palu Koro. Dengan adanya studi ini maka pengembangan pemanfaatan panas bumi dapat terus berkelanjutan guna mendukung upaya pemanfaatan dan pengelolaan panas bumi yang ada di Indonesia.

Kata Kunci: Metode gravitasi, panas bumi, struktur bawah permukaan.

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Palolo merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah yang memiliki potensi panas bumi, hal tersebut ditandai dengan munculnya manifestasi berupa kolam air panas dengan suhu berkisar antara 47°C sampai 65°C. Jika melihat sejarah geologi daerah ini, menurut Zarkasyi dan Nurdin [1] daerah ini tersusun dari batuan tertua berupa produk vulkanik Tersier dengan jenis lava dan breksi andesit hasil dari gunung Towingkoloe, serta terdapat pengaruh besar dari adanya sesar Palu-Koro dan sesar-sesar yang terbentuk di dalamnya. Selain itu, jika melihat secara wilayah, pulau Sulawesi mempunyai tatanan geologi yang kompleks dan dilalui oleh Sesar Palu Koro sehingga menyebabkan wilayahnya mempunyai lebih besar aktivitas magmatisme dan tektonik yang mendukung terbentuknya sistem panas bumi. Salah satunya yang terdapat di Kecamatan Palolo.

Pemanfaatan manifestasi di daerah ini masih sebatas untuk keperluan rumah tangga seperti mencuci, mandi dan lain sebagainya. Belum ada pengembangan baru terkhusus untuk kebutuhan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP). Sehingga dengan adanya penelitian yang mengidentifikasi struktur bawah permukaan serta menginterpretasi sistem panas bumi di daerah ini, diharapkan dapat menjadi informasi mengenai keberadaan potensi panas bumi yang perlu dikelola ke depan, khususnya untuk temperatur di bawah 100 °C yang masuk dalam kategori rendah ke sedang. Meskipun sudah dikembangkan sejak tahun 2014, kajian untuk mengetahui struktur geologi bawah permukaan yang mengontrol sistem panas bumi di daerah ini masih terbatas dan perlu untuk terus dikembangkan dengan beragam data yang ada. Jika sebelumnya menggunakan data primer, maka selanjutnya dibutuhkan identifikasi menggunakan data sekunder.

Selain itu, eksplorasi panas bumi membutuhkan data-data kondisi bawah permukaan dari berbagai metode maupun kajian guna mendukung penentuan lokasi pengeboran agar resiko gagal dapat ditekan seminimal mungkin.

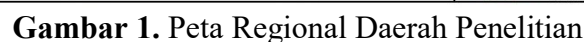
Salah satu data yang bisa digunakan dalam identifikasi panas bumi adalah data *Global Gravity Model Plus* (GGMPluS), data ini merupakan data gravitasi sekunder dengan tingkat resolusi sangat tinggi (*ultra-high resolution*) yaitu ~200 m dengan cakupan yang luas [2] sehingga dapat memberikan gambaran bawah permukaan yang lebih murah dan optimal. Dan salah satu metode yang dapat digunakan dalam membantu analisis data gravitasi tersebut adalah metode gravitasi, metode ini dapat memperlihatkan perbedaan nilai anomali gravitasi di atas permukaan karena adanya variasi nilai densitas dari batuan di bawah permukaan sehingga sangat cocok dalam identifikasi struktur bawah permukaan [3]. Densitas yang beragam pada suatu wilayah dapat menggambarkan bahwa batuan serta struktur yang ada di bawah permukaan bervariasi, sehingga dapat dimanfaatkan dalam identifikasi sistem panas bumi maupun struktur [4].

2. MATERI DAN METODE

2.1 Geologi Regional

Daerah penelitian termasuk dalam Mandala geologi Sulawesi Tengah bagian Timur dan sebagian besar berada pada Formasi Granit Kambuno (Tpkg) yang berumur Pliosen dengan jenis litologi seperti granit dan granodiorit; Formasi Endapan Danau (QI) dengan jenis litologi berupa lempung, lanau, pasir dan kerikil dengan tebal beberapa meter hingga puluhan meter. Formasi yang berkontak antara lain Formasi Napu (TQpn) yang berumur Pliosen-Pleistosen dengan jenis litologi seperti batu

Menurut Zarkasyi dan Nurdin [1], daerah penelitian berada pada morfologi dataran tinggi dan dataran rendah. Dataran tinggi berada di bagian utara dan selatan sedangkan dataran rendah berada di bagian tengah.



2.3 Metode *Second Vertical Derivative*

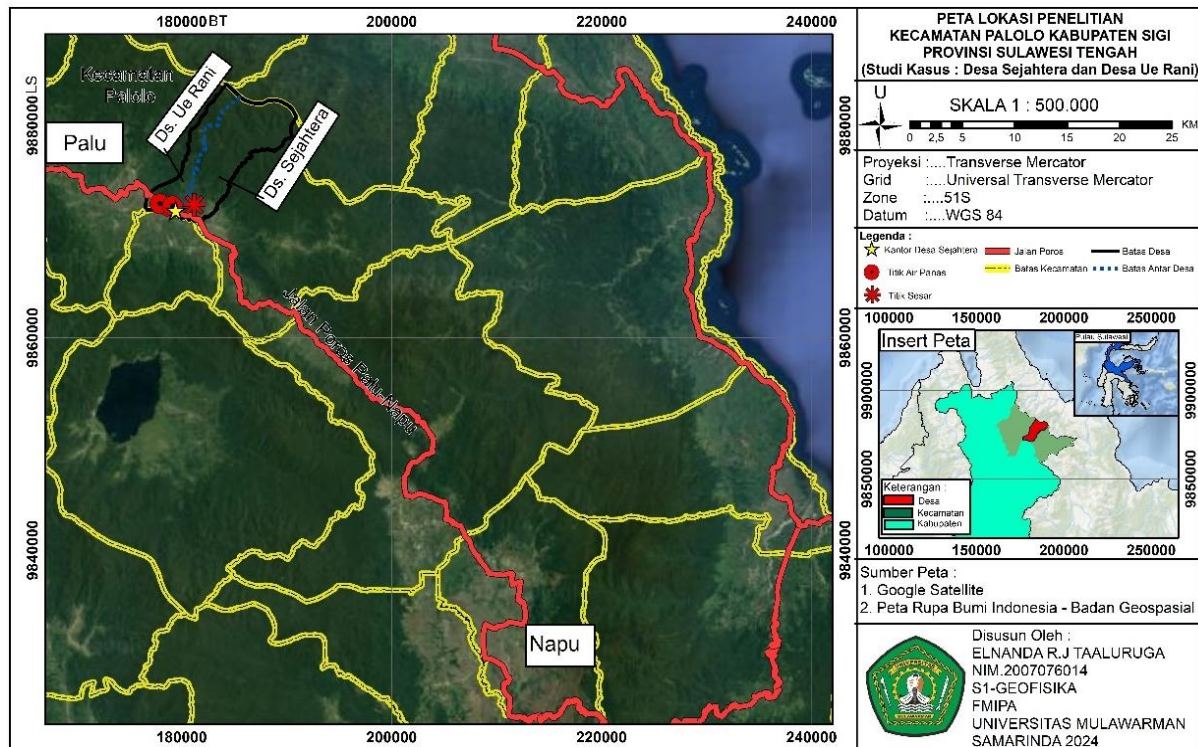
Menurut Telford dkk. [9] metode *Second Vertical Derivative* (SVD) ialah metode dengan hasil turunan kedua secara vertikal dari data gravitasi pada anomali regional atau yang lebih dalam. Turunan kedua ditemukan berdasarkan hasil turunan pertama secara horizontal, ketika nilai medan gravitasinya memenuhi persamaan *Laplace*. Jenis sesar dapat ditentukan berdasarkan grafik SVD yang diperoleh yaitu dengan memberikan perbandingan nilai mutlak maksimum dan minimum pada titik grafik. Dalam menentukan sesar normal dibutuhkan nilai titik maksimum yang lebih besar dibandingkan nilai titik minimum. Sesar naik perlu memperhatikan nilai titik minimum yang lebih besar dari pada nilai titik maksimum dan untuk sesar geser/mendatar nilai yang dihasilkan akan sama untuk titik maksimum dan titik minimum [10].

2.4 Metode Penelitian

a. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2024 – September 2024 di Desa Sejahtera dan Desa Ue Rani, Jalan Trans Palu

– Napu, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah. Pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

b. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer berupa data suhu air dan data kondisi geologi serta data sekunder berupa data gravitasi hasil observasi *Global Gravity Model Plus* (GGMPlus) tahun 2022 dengan resolusi 200 m yang diambil pada laman resmi *Chair of Astronomical and Physical Geodesy TUM School of Engineering and Design Technical University of Munich* pada tautan berikut: <https://www.asg.ed.tum.de/en/iapg/forschung/schwerefeld/ggmplus/>.

c. Teknik Analisis Data

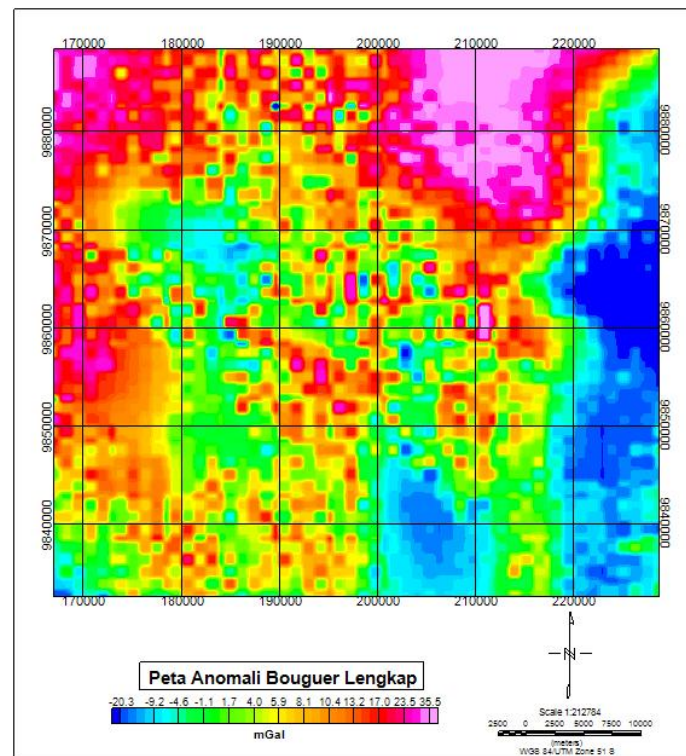
Data gravitasi hasil observasi dikoreksi lintang, koreksi udara bebas, koreksi *Bouguer* menggunakan *Microsoft Excel* lalu dikoreksi medan menggunakan *software Oasis Montaj*

sehingga diperoleh hasil berupa peta Anomali *Bouguer* Lengkap (ABL). Peta ABL selanjutnya dipisahkan antara anomali regional dan residual menggunakan metode *Second Vertical Derivative* (SVD). Hasil anomali residual selanjutnya dimodelkan 2D untuk mengetahui struktur dan litologi bawah permukaan dari 3 lintasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Anomali *Bouguer* Lengkap

Anomali *Bouguer* Lengkap (ABL) ialah nilai penyimpangan anomali gravitasi hasil koreksi. Nilai yang dihasilkan ini masih mendapat pengaruh anomali dari berbagai kedalaman [11]. Peta anomali *Bouguer* lengkap di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Peta Anomali *Bouguer* Lengkap Kecamatan Palolo

Persebaran nilai anomali gravitasi di daerah penelitian bervariasi, mulai dari -20,3 mGal hingga 35,5 mGal. Nilai dengan anomali gravitasi tinggi tersebar bagian timur laut, utara, barat laut, dan barat, serta beberapa titik di bagian barat daya dan bagian tengah daerah penelitian dengan nilai anomali sebesar 5,9 mGal hingga 35,5 mGal ditandai dengan warna kuning sampai merah muda. Nilai anomali gravitasi rendah tersebar di bagian, timur, tenggara, selatan, hingga barat daya, serta bagian tengah daerah penelitian dengan nilai anomali gravitasi sebesar 4,0 mGal hingga -20,3 mGal ditandai dengan warna hijau sampai biru tua.

3.2 Anomali Regional dan Anomali Residual

Anomali regional ialah hasil yang didapatkan dari hasil penjumlahan anomali *Bouguer* lengkap dan anomali residual sehingga diperoleh hasil yang lebih halus dan mencakup wilayah yang lebih luas, sedangkan anomali residual ialah anomali hasil pengurangan dari anomali *Bouguer* lengkap dengan anomali regional sehingga diperoleh hasil struktur geologi yang lebih dangkal [12]. Nilai anomali gravitasi pada

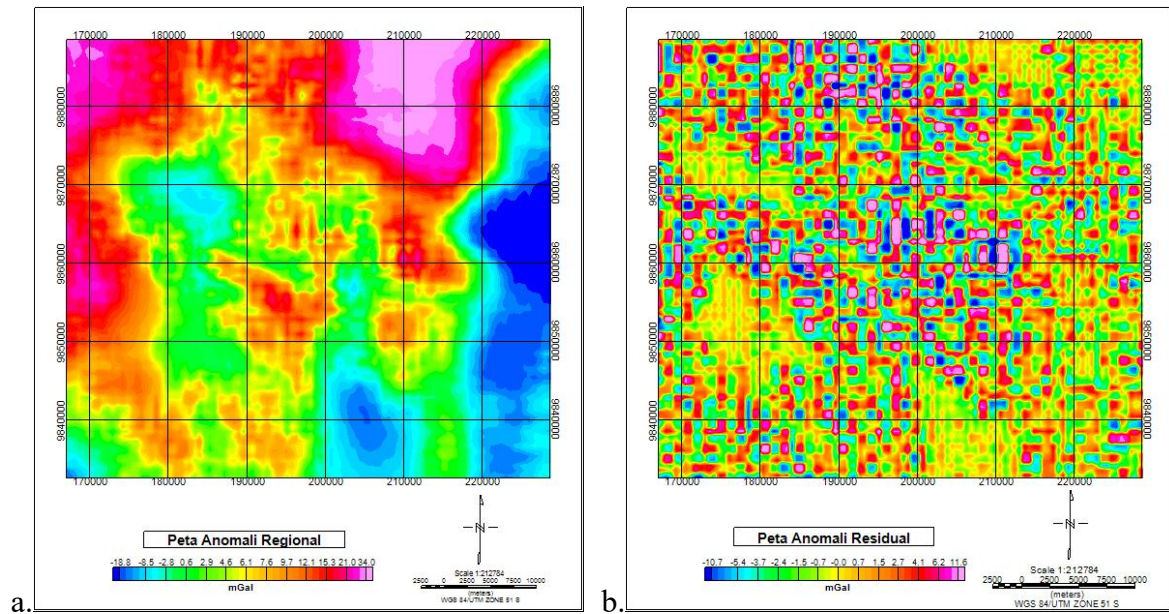
peta anomali residual lebih bervariasi dibandingkan dengan anomali *Bouguer* lengkap dan anomali regional.

Berdasarkan Gambar 4a., persebaran nilai anomali gravitasi di daerah penelitian bervariasi, mulai dari -18,8 mGal hingga 34,0 mGal. Nilai dengan anomali gravitasi tinggi tersebar di bagian timur, laut, utara, barat laut, dan barat, serta beberapa titik di bagian barat daya dan bagian tengah daerah penelitian dengan nilai anomali sebesar 6,1 mGal hingga 34,0 mGal ditandai dengan warna kuning sampai merah muda. Nilai anomali gravitasi rendah tersebar di bagian, timur, tenggara, selatan, hingga barat daya, serta bagian tengah daerah penelitian dengan nilai anomali gravitasi sebesar 4,6 mGal hingga -18,8 mGal ditandai dengan warna hijau sampai biru tua.

Berdasarkan Gambar 4b., persebaran nilai anomali gravitasi di daerah penelitian bervariasi, mulai dari -10,7 mGal hingga 11,6 mGal. Nilai dengan anomali gravitasi tinggi tersebar pada arah barat, barat laut, dan utara, serta sebagian titik di bagian barat daya, tenggara, timur, timur laut dan bagian tengah daerah penelitian dengan nilai anomali sebesar 0 mGal hingga 11,6 mGal ditandai dengan warna kuning sampai merah muda.

Nilai anomali gravitasi rendah tersebar pada arah selatan, tenggara, timur dan timur laut serta sebagian titik di bagian utara dan tengah daerah penelitian dengan nilai anomali

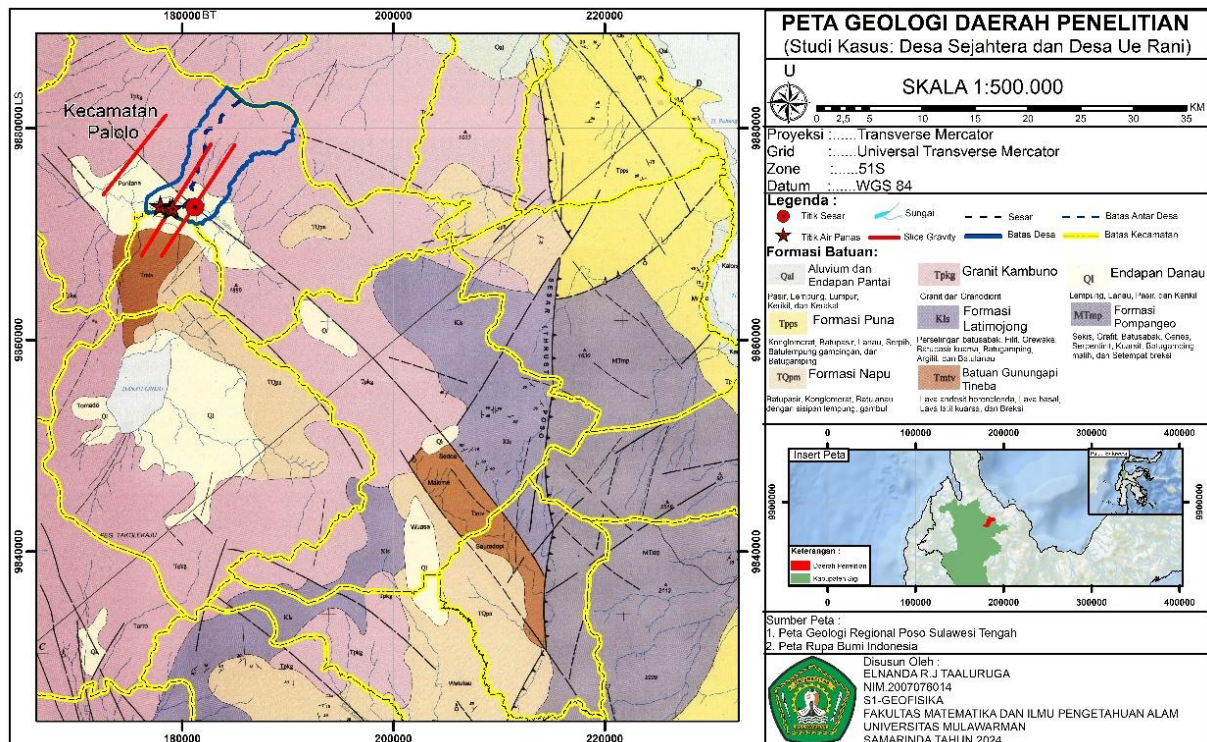
gravitasi sebesar -0, mGal 7 hingga -10,7 mGal ditandai dengan warna hijau sampai biru tua.



Gambar 4. a) Peta Anomali Regional; b) Peta Anomali Residual

Identifikasi struktur mulai terlihat pada hasil anomali *Bouguer* lengkap, regional dan residual ini, dimana bagian barat laut dapat dilihat adanya perbedaan anomali gravitasi yang dihasilkan antara rendah ke tinggi.

Perbedaan tersebut menunjukkan adanya perbedaan posisi antara tinggian dan rendahan, sehingga mulai menggambarkan adanya indikasi struktur.

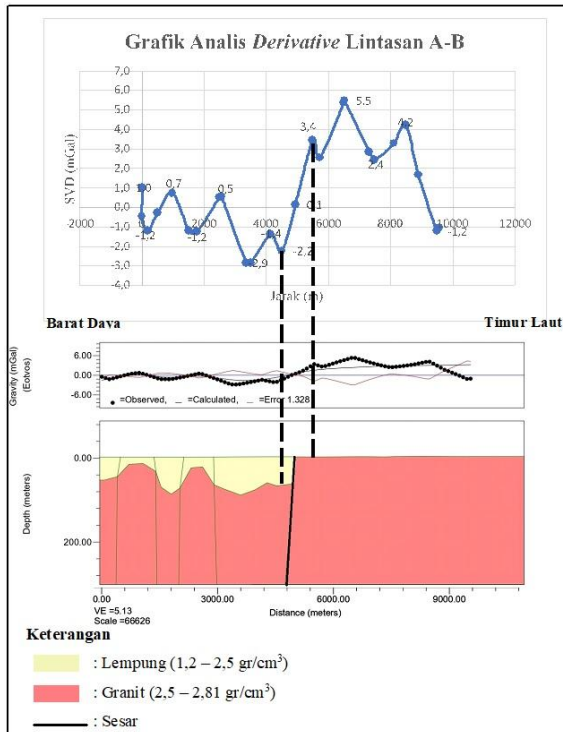


Gambar 5. Peta Sayatan Pada Peta Geologi Regional

3.3 Analisis Penampang Grafik Analisis Derivative Lintasan

a. Sayatan A-B

Penampang hasil sayatan Lintasan A-B pada lembar peta anomali residual dibuat berdasarkan kondisi lapangan dan berdasarkan peta geologi daerah penelitian, penampang hasil sayatan dan hasil grafik analisis *derivative* dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Penampang Pemodelan 2D dan Grafik Analisis *Derivative* Lintasan A-B Kecamatan Palolo

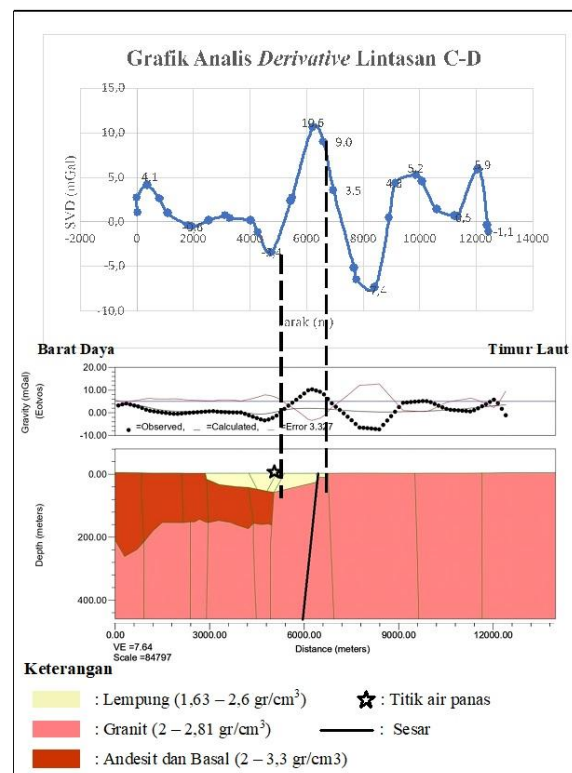
Panjang lintasan ± 0 hingga 9585 m berarah barat daya ke timur laut, dengan kedalaman penampang ± 0 hingga 300 m. Lapisan pertama mempunyai kedalaman ± 0 hingga 88 m diindikasikan sebagai lempung dengan rata-rata nilai densitas yaitu 1,2 gr/cm³ hingga 2,5 gr/cm³ dari Formasi Endapan Danau dan lapisan kedua diindikasikan sebagai granit dengan rata-rata nilai densitas yaitu 2,5 gr/cm³ hingga 2,81 gr/cm³ pada kedalaman 0 hingga ≥ 89 m dari Formasi Granit Kambuno.

Terdapat indikasi sesar normal/turun pada jarak ± 4953 m, dimana terlihat lapisan granit mengalami penurunan dari 0 m menjadi kedalaman ± 64 m. Bagian yang turun disebut

sebagai daerah *hanging wall* serta bagian tetap disebut sebagai daerah *foot wall*. Indikasi sesar juga dapat diidentifikasi melalui grafik analisis *derivative*, dimana terdapat perbedaan yang kontras antara nilai SVD maksimum yaitu sebesar 3,4 mGal pada jarak ± 5490 m dan nilai SVD minimum sebesar -2,2 mGal pada jarak ± 4494 m, memperlihatkan adanya diindikasikan sesar normal/turun.

b. Sayatan C-D

Penampang hasil sayatan Lintasan C-D pada lembar peta anomali residual dibuat berdasarkan kondisi lapangan dan berdasarkan peta geologi daerah penelitian, dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Penampang Pemodelan 2D dan Grafik Analisis *Derivative* Lintasan C-D Kecamatan Palolo

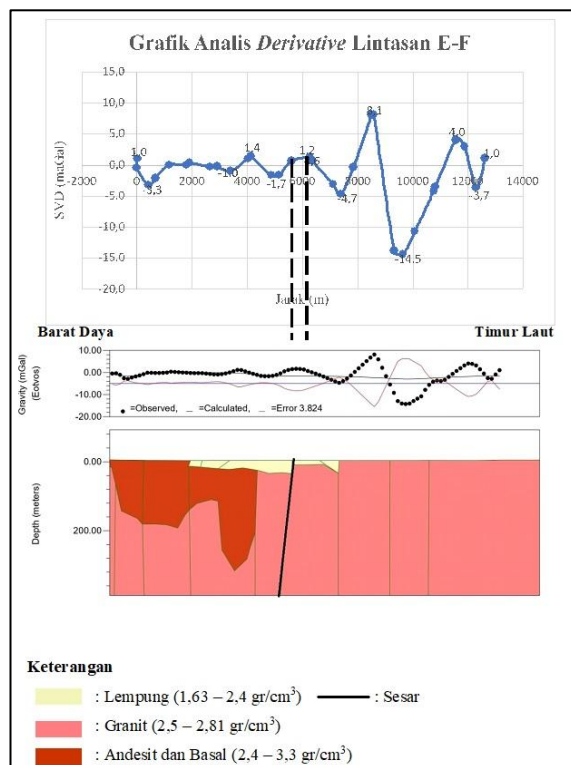
Panjang lintasan ± 0 hingga 12433 m berarah barat daya ke timur laut, dengan kedalaman penampang ± 0 hingga 450 m. Formasi Gunung Api Tineba diindikasikan mempunyai kedalaman ± 0 hingga 261 m dengan litologi berupa andesit dengan nilai densitas rata-rata sebesar 2,4 gr/cm³ hingga 2,80 gr/cm³ serta basal dengan rata-rata nilai densitas yaitu 3,3 gr/cm³. Lapisan pertama

dari Formasi Endapan Danau diindikasikan sebagai lempung dengan rata-rata nilai densitas yaitu 1,63 gr/cm³ hingga 2,6 gr/cm³ di kedalaman ± 0 hingga 57 m, dan lapisan kedua dari Formasi Granit Kambuno diindikasikan sebagai granit dengan rata-rata nilai densitas yaitu 2 gr/cm³ hingga 2,81 gr/cm³ pada kedalaman 0 hingga ≥ 262 m.

Terdapat indikasi sesar normal/turun pada jarak ± 6412 m, dimana terlihat lapisan ketiga yaitu granit mengalami penurunan dari kedalaman ± 5 m menjadi kedalaman ± 24 m. Dari grafik analisis *derivative*, terdapat perbedaan yang kontras antara nilai SVD maksimum yaitu sebesar 9,0 mGal pada jarak ± 6605 m dan nilai SVD minimum sebesar -3,4 mGal pada jarak ± 4756 m. Perbedaan tersebut memperlihatkan adanya diindikasikan sesar normal/turun.

c. Sayatan E-F

Penampang hasil sayatan Lintasan E-F pada lembar peta anomali residual dibuat berdasarkan kondisi lapangan dan berdasarkan peta geologi daerah penelitian, pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Penampang Pemodelan 2D dan Grafik Analisis *Derivative* Lintasan E-F Kecamatan Palolo

Panjang lintasan ± 0 hingga 12645 m berarah barat daya ke timur laut, dengan kedalaman penampang ± 0 hingga 390 m. Formasi Gunung Api Tineba diindikasikan mempunyai kedalaman ± 0 hingga 316 m dengan litologi berupa andesit dengan nilai densitas rata-rata sebesar 2,4 gr/cm³ hingga 2,8 gr/cm³ basal dengan nilai densitas rata-rata sebesar 2,7 gr/cm³ hingga 3,1 gr/cm³. Lapisan pertama dari Formasi Endapan Danau indikasikan sebagai lempung dengan nilai densitas rata-rata sebesar 1,63 gr/cm³ hingga 2,4 gr/cm³ pada kedalaman ± 0 hingga 33 m dan lapisan kedua dari Formasi Granit Kambuno diindikasikan sebagai granit dengan nilai densitas rata-rata sebesar 2,5 gr/cm³ hingga 2,81 gr/cm³ pada kedalaman 0 hingga ≥ 316 m.

Terdapat indikasi sesar normal/turun pada jarak ± 5849 m, dimana terlihat lapisan ketiga yaitu granit mengalami penurunan dari kedalaman ± 9 m menjadi kedalaman ± 36 m. Dari grafik analisis *derivative*, terdapat perbedaan antara SVD maksimum dan minimum, namun tidak begitu kontras seperti pada grafik A-B dan C-D. Nilai SVD maksimum pada lintasan ini yaitu sebesar 1,2 mGal jarak ± 5862 m dan nilai SVD minimum sebesar 0,6 mGal pada jarak ± 5622 m. Jarak tersebut sama dengan jarak keberadaan sesar pada peta geologi. Sehingga nilai SVD yang diperoleh tidak begitu kontras karena menyesuaikan jarak sesar di peta. Indikasi sesar normal/turun ini, yang masih menjadi satu kesatuan dengan sesar yang terindikasikan pada lintasan A-B dan lintasan C-D.

3.4 Pembahasan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, diketahui bahwa nilai anomali gravitasi yang tersebar di lokasi penelitian berbeda-beda. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh dari persebaran nilai densitas batuan di bawah permukaan. Menurut Hardianza, dkk [13] persebaran massa batuan bawah permukaan berbanding lurus dengan nilai anomali gravitasi. Menurut Ridha dan Darminto [14], perbedaan nilai densitas batuan dipengaruhi oleh tipe maupun ukuran mineral pembentuk

batuan, sistem pori batuan, serta air yang mengisi pori batuan. Selain itu, Menurut Setiadi dan Pratama [15], pada penelitiannya di Jawa Barat, anomali rendah berkaitan dengan dataran rendah seperti cekungan ataupun sub cekungan dan anomali tinggi berkaitan dengan batuan dataran tinggi yang berada pada barisan pegunungan. Selain itu juga menurut penelitiannya, adanya sesar akan memberikan pengaruh terhadap keadaan bawah permukaan yaitu seperti menciptakan bentukan struktur tinggian dan rendahan (*horst graben*). Hal tersebut sejalan dengan kondisi di lokasi penelitian, menurut Zarkasyi dan Nurdin (2014), kondisi morfologi yang ditemukan yaitu berupa pegunungan dan dataran rendah. Pegunungan terletak di bagian selatan dan utara, terdiri dari batuan beku seperti granit yang berasal dari Formasi Granit Kambuno, sedangkan dataran rendah berada di bagian tengah yang terbentuk dari batuan sedimen endapan danau dan alluvial yang bersumber dari Formasi Endapan Danau. Dataran rendah terbentuk karena adanya tekanan dari sesar turun yang ada di bagian utara dan selatan. Hal-hal tersebut menyebabkan nilai anomali gravitasi dan densitas bawah permukaan yang diperoleh berbeda-beda.

Mengenai sistem panas bumi di daerah penelitian, diperoleh hasil berdasarkan penampang 2D dan mengacu pada syarat sistem panas bumi serta peta geologi lembar Poso, Sulawesi [5], maka lempung diindikasikan sebagai batuan penutup, andesit dengan densitas rendah diindikasikan sebagai reservoir dan sumber panasnya berasal dari magma sisa produk dari Gunung Towingkoloe berumur Tersier yang berada di kedalaman ≥ 2500 m. Sisa dari produk gunung api tua tersebut diperkirakan masih menyimpan panas sisa dari dapur magma, sehingga memungkinkan untuk menjadi sumber panas yang memanaskan batuan yang ada di atasnya. Sistem panas bumi tersebut masuk dalam sistem panas bumi vulkanik tidak aktif, karena berasal dari sisa magma di luar dari jalur vulkanik Kuarter, umurnya relatif lebih tua dan sudah dipengaruhi oleh aktivitas tektonik yang besar. Berkaitan

dengan aktivitas tektonik, sumber sistem panas bumi ini dikontrol oleh aktivitas tektonik dari sesar Palu Koro yang merupakan salah satu sesar aktif yang ada di Pulau Sulawesi dan juga sesar normal/turun yang diperoleh di daerah penelitian.

Berdasarkan hasil 2D di atas diperoleh adanya indikasi sesar normal/turun yang berarah tenggara ke barat laut dengan indikasi *hanging wall* berada di sebelah selatan arah sesar dan *footwall* sebelah utara. Menurut Bujung [16], patahan yang memiliki arah pergeseran vertikal dengan kedudukan blok *hanging wall* menurun dari blok *foot wall* dinamakan dengan sesar turun (*normal fault*). Selain itu, berdasarkan hasil analisis yang merujuk pada kriteria SVD menurut Maulidah dkk. [10], jika nilai titik maksimum lebih besar dari titik minimum maka jenis sesarnya adalah sesar normal/turun. Adanya indikasi tersebut didukung dengan keberadaan sesar yang ditemukan di peta geologi regional daerah penelitian pada jarak yang sama.

Secara keseluruhan, hasil dari data GGMPlus yang dimodelkan secara 2D dapat menginterpretasikan struktur bawah permukaan daerah potensi panas bumi di daerah penelitian dengan baik, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai kondisi bawah permukaan daerah potensi panas bumi. Namun, dalam penentuan seberapa luas dan besarnya daerah reservoir hasil analisis dengan pemodelan 2D dan teknik ini masih perlu pengembangan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa struktur bawah permukaan yang terdapat di daerah penelitian yaitu berupa rekahan dan sesar normal/turun berarah barat laut ke tenggara, dengan blok *hanging wall* pada bagian selatan dan blok *foot wall* pada bagian utara. Jenis litologi bawah permukaan yang diperoleh antara lain, *andesite* (andesit) dengan rata-rata nilai densitas yaitu 2,4 gr/cm³ hingga 2,8 gr/cm³, *basalt* (basal) dengan rata-rata nilai densitas yaitu 3,3 gr/cm³, *clay* (lempung) dengan rata-rata nilai densitas yaitu 1,63 gr/cm³ hingga 2,6 gr/cm³,

serta *granite* (granit) dengan rata-rata nilai densitas yaitu 2 gr/cm³ hingga 2,81 gr/cm³.

Sumber sistem panas bumi yang ditemukan di daerah penelitian masuk ke dalam jenis sistem panas bumi vulkanik yang tidak aktif, karena tidak bersumber dari magma cair gunung api Kuarter, melainkan sisa magma dari gunung api Tersier yang berada di kedalaman ≥ 2500 m dan keberadaannya dikontrol oleh aktivitas sesar aktif Palu Koro.

Sebagai bentuk interpretasi struktur bawah permukaan daerah potensi panas bumi, data dan metode ini cukup memberikan gambaran yang sangat dibutuhkan dalam mengeksplorasi panas bumi, sehingga sebagai bentuk tindak lanjut, dibutuhkan riset yang dapat memberikan informasi mengenai luasan daerah reservoir serta berapa jumlah cadangan panas bumi. Sehingga informasi yang akan diperoleh akan lebih berkelanjutan guna mendukung upaya pemanfaatan yang lebih lanjut dari adanya panas bumi di daerah penelitian.

5. REFERENSI

- [1] A. Zarkasyi and N. M. Nurdin, "Survei Magnetotellurik dan TDEM Daerah Panas Bumi Kadidia – Kadidia Selatan, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah," *Pros. Has. Kegiat. Pus. Sumber Daya Geol.* No. 9, 2014.
- [2] B. Sudrajat, "Analisis Deskriptif Perbandingan Data Sekunder Gravitasi GGMPPlus Terhadap Data Gravitasi Lapangan Panas Bumi Gunung Lawu dan Data Gravitasi Stasiun Referensi (Gravity Base Station) di Pulau Papua," *J. Fis. Papua*, Vol. 2, No. 1, pp. 25–34, 2023.
- [3] I. Purwaningsih, K. N. Aziz, and R. Fitrianingtyas, "Identifikasi Patahan dan Struktur Bawah Permukaan Kawasan Potensi Panas Bumi Rawa Dano Provinsi Banten Menggunakan Data Gravitasi GGMPPlus," Vol. 6, 2023.
- [4] Jamaluddin, Maria, H. Ryka, and R. S. Afifah, "Pemodelan Geologi Bawah Permukaan Bantar Karet Jawa Barat Menggunakan Metode Gravitasi," *J. Geoelebes*, Vol. 3, No. 2, pp. 59–65, 2019, doi: 10.20956/geoelebes.v3i2.6689.
- [5] T. O. Simandjuntak, Surono, J. B. Supandjono, and B. Geologi, "Peta Geologi Lembar Poso, Sulawesi," Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, Indonesia, 1997.
- [6] A. Basid, N. Andrini, and S. Arfiyaningsih, "Pendugaan Reservoir Sistem Panas Bumi dengan Menggunakan Survey Geolistrik, Resistivitas dan Self Potensial (Studi Kasus: Daerah Manifestasi Panas Bumi di Desa Lombang, Kecamatan Batang-Batang, Sumenep)," *J. Neutrino*, Vol. 7, No. 1, pp. 57–70, 2014.
- [7] S. Ilmi, U. Harmoko, and Sugeng Widada, "Interpretasi Bawah Permukaan Sistem Panas Bumi Diwak dan Derekan Berdasarkan Data Gravitasi," *Youngster Phys. J.*, Vol. 3, No. 2, pp. 3–8, 2014.
- [8] R. Arafat, D. F. Yudiantoro, and W. Joni, "Analisis Ketebalan Batuan Penudung Sistem Panas Bumi Non-Vulkanik Berdasarkan Metode Magnetotellurik," *J. Mine Mag.*, Vol. 1, No. 2, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.umb-bungo.ac.id/index.php/MineMag/article/view/448>
- [9] W. M. Telford, L. P. Geldart, and R. E. Sheriff, *Applied Geophysics*. New York: Cambridge University Press, 1990.
- [10] H. Maulidah, A. Realita, and T. Prastowo, "Identifikasi Sesar Grindulu dengan Memanfaatkan Metode Gravitasi," *J. Inov. Fis. Indones.*, Vol. 11, No. 02, pp. 20–27, 2022, doi: 10.26740/ifi.v11n02.p20-27.
- [11] M. Zuhdi, M. Taufik, S. Ayub, Wahyudi, and M. Makhrus, *Pengantar Geofisika*. Mataram: Einstein College, 2021.
- [12] F. K. A. Anggraeni, "Pemisahan Anomali Regional dan Residual Data Gravitasi Gunung Semeru Jawa Timur," *J. Fis. Unand*, Vol. 10, No. 4, pp. 421–427, 2021, Doi: 10.25077/jfu.10.4.421-427.2021.
- [13] M. Hardianza, A. I. Hadi, and H.

- Zakariya, “Identifikasi Batuan Reservoir Panas Bumi di Daerah Tambang Sawah, Lebong Provinsi Bengkulu menggunakan Data Gravitasi Satelit GGMPlus dengan Inversi 2D,” Vol. 14, No. 2, pp. 177–183, 2025.
- [14] M. Ridha and Darminto, “Analisis Densitas, Porositas, dan Struktur Mikro Batu Apung Lombok dengan Variasi Lokasi Menggunakan Metode Archimedes dan Software Image-J,” *J. Fis. dan Apl.*, Vol. 12, No. 3, pp. 124–130, 2016.
- [15] I. Setiadi and A. W. Pratama, “Pola Struktur dan Konfigurasi Geologi Bawah Permukaan Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Analisis Gaya Berat,” *J. Geol. dan Sumberd. Miner.*, Vol. 19, No. 2, pp. 59–72, 2018.
- [16] C. A. N. Bujung, “Studi Densitas Lineament dan Pola Aliran Permukaan Daerah Manifestasi Geotermal di Sekitar Danau Tondano,” *J. Fista Fis. dan Ter.*, Vol. 1, No. 1, pp. 1–5, 2020.